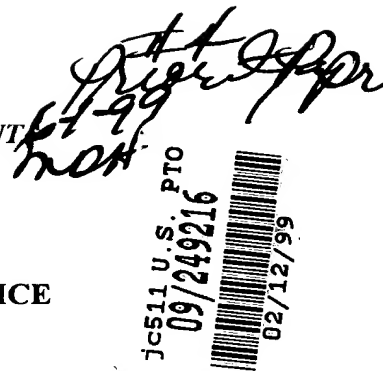


Attorney's Docket No.: 297-008493-US(PAR)

PATENT



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: EL067101187US
In re application of: LAAKSO et al.
Serial No.: 0 /
Filed: Herewith
For: POWER CONTROL METHOD

Group No.:

Examiner:

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 980343
Filing Date : February 13, 1998

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.411 (emphasis added.)

Handwritten signature of Clarence A. Green over a horizontal line.

SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 15.12.98

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

JCS11 U.S. PTO
09/249216
02/12/99



Hakija
Applicant

NOKIA MOBILE PHONES LTD
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

980343

Tekemispäivä
Filing date

13.02.98

Kansainvälinen luokka
International class

H 04B

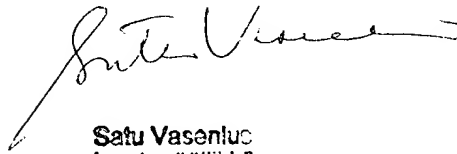
Keksinnön nimitys
Title of invention

"Tehonsäätömenetelmä"

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Satu Vasenius
Joestopäällikkö

Maksu 360,- mk
Fee 360,- FIM

Tehonsäätömenetelmä - Förfarande för kontrollering av effekt

KEKSINNÖN KOHDE

- 5 Keksintö kohdistuu tehonsäätöön CDMA-järjestelmässä, tarkemmin patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen tehonsäätömenetelmään.

TEKNISEN TAUSTAN KUVAUS

- 10 Jotta radioyhteydet pystyisivät välittämään tietoa halutulla tavalla, niissä täytyy saavuttaa tietty virheettömyys. Se voidaan saavuttaa riittävällä C/I-suhteella (Carrier to Interference Ratio), joka kuvaa vastaanotetun kanta-aaltotehon suhdetta samanaikaisesti vastaanotettuun häiriötehoon. Tekniikan tason mukaisille solukkoradiojärjestelmille on tyypillistä, että C/I-suhteelle (tai SIR:lle - Signal to
- 15 Interference Ratio - tai S/N:lle - Signal to Noise ratio - tai S/(I+N):lle - Signal to Noise plus Interference ratio - tai muulle vastaavalle tekijälle) on määritelty jokin tavoitetaso ja kussakin radioyhteydessä lähetysteho säädetään niin suureksi, että tavoitetaso juuri saavutetaan. Lähetystehon ei kannata olla suurempi kuin mitä tarvitaan C/I-suhteen tavoitetason saavuttamiseksi, koska tarpeettoman suuri
- 20 lähetysteho kuluttaa sähköenergiaa lähettävässä laitteessa ja aiheuttaa interferenssiä muihin samanaikaisiin radioyhteyksiin.

CDMA-järjestelmässä solun i:nnet paketin SIR-arvo voidaan laskea seuraavasta kaavasta:

25

$$SIR_i = G_i \frac{P_{rx,i}}{\sum_j P_{rx,j} + P_{other} + P_N}, \quad (1)$$

missä $P_{rx,i}$ on i:n käyttäjän vastaanottama teho, $\sum_j P_{rx,j}$ on oman solun

kokonaisteho, G_i on i:n pakettin prosessointivahvistus, P_{other} on muiden solujen interferenssiteho ja P_N on ulkopuolinen lämpö- tai taustakohina.

- 5 Uuden lähetyksen alkaessa tukiaseman on jollain tavalla määritettävä tarvittava lähetysteho. Mikäli lähetysteho on liian pieni, yhteydessä esiintyy liikaa virheitä. Mikäli lähetysteho on taas liian suuri, solun muut yhteydet häiriytyvät. Uuden lähetyksen alkaessa tarvittava lähtöteho säädetään tyypillisesti ns. avoimen silmukan tehonsäätönä etäisyysvaimennusmittausten perusteella. Lähtöteho määrätään halutun
- 10 virhetason perusteella esimerkiksi kaavan (1) mukaisesti, käyttämällä matkaviestimen havaitsemaa tukiaseman pilot-signaalin signaalitasoa termin $P_{rx,i}$ suuruuden arvioinnissa.

- Kuva 1 havainnollistaa tilannetta, joka syntyy uuden lähetyksen alkaessa. Tässä
- 15 kaavamaaisessa esimerkissä tukiaseman alueella on kaksi matkaviestintä, joiden läheteiden lähetystehoja kuvaavat käyrät A ja B. Kuvassa 1 kehys vaihtuu hetkellä t_1 . Uuden kehyksen alussa myös matkaviestin C alkaa lähettää. Matkaviestimen C käyttämä lähetysteho p_1 kehyksen alussa määrätään tyypillisesti kaavan (1) tapaan. Lähete C kuitenkin häiritsee solun muita yhteyksiä, jolloin yhteyksien virhetaso
- 20 kasvaa. Tämän vuoksi tukiaseman on säädettävä muiden läheteiden tehotasoa, minkä seurauksena myös lähetteen C tehotasoa on muutettava. Tukiasema säätää matkaviestinten lähetystehoja, kunnes eri yhteyksissä esiintyvien virheiden määrä laskee tavoitetasoonsa ja saavutetaan yhteyskohtaiset SIR-tavoitetasot. Kuvassa 1 tätä lähetystehojen säätöä kuvaa ajanhetkien t_1 ja t_2 välinen osuus käyrissä A, B ja C.
- 25 Hetkellä t_2 haluttu virheiden tavoitetaso on saavutettu, jolloin lähetteen C lähetysteho on muuttunut tehosta p_1 tehoksi p_2 . Tällaisessa menettelyssä on kuitenkin se haittapuoli, että ajanhetkien t_1 ja t_2 välisenä aikana lähetystehot eivät ole optimaaliset, ja yhteyksissä esiintyy virheitä. Nopea tehonsäätö korjaa lähetystehot

halutulla tavalla optimaalisiin arvoihinsa, mutta ennen kuin halutut virhetasot on saavutettu, tiedonsiirtokapasiteettia hukkuu. Kuvan 1 suhteen on huomioitava, että siinä esitetään selvyyden vuoksi vain interferenssin kompensoivien tehotasojen etsintä, eikä mahdollisen nopean häipymän vaikutusta ole esitetty.

5

Paitsi lähetteen alkaminen, myös lähetteen loppuminen, eli yleisemmin ilmaistuna lähetteen määrän muutos synnyttää tilanteita, joissa lähetteen tehotasot eivät ole optimissaan. Kehyksen vaihtuessa kehysrajan yli jatkuvissa läheteteissä, kuten kuvan 1 esimerkissä läheteteissä A ja B, käytettävät tehot perustuvat edellisen kehyksen tai edellisten kehyksien interferenssitilanteisiin. Siten lähetteen A ja B tehotasot on laskettu eri interferoivien lähetteen perusteella kuin mitä uudessa kehyksessä on aktiivisena. Tarkasteltavassa kehyksessä esimerkiksi puolet paketeista voi olla edellisessä kehyksessä aktiivisiin kantajiin liittyviä ja puolet edellisessä kehyksessä ei-aktiivisiin kantajiin liittyviä. Tällaisessa esimerkissä puolet edellisen kehyksen aikana interferenssiä tuottaneista läheteteistä ei uuden kehyksen aikana enää ole aktiivisena, jolloin edellisen kehyksen lopussa käytössä olleet tehotasot eivät uuden kehyksen alussa enää ole oikeat.

Kantajalla (engl. bearer) tarkoitetaan kaikkien niiden tekijöiden muodostamaa kokonaisuutta, jotka vaikuttavat tukiaseman ja tietyn päätelaitteen väliseen tiedonsiirtoon. Kantaja-käsitteeseen liittyvät mm. tiedonsiirtonopeus, viive, bittivirhesuhde ja näissä tapahtuvat vaihtelut tiettyjen minimi- ja maksimiarvojen välillä. Kantaja voidaan mieltää näiden tekijöiden yhteisvaikutuksesta syntyväksi tiedonsiirtoväyläksi, joka yhdistää tukiaseman ja tietyn päätelaitteen ja jonka kautta voidaan siirtää hyötydataa eli payload-informaatiota. Yksi kantaja yhdistää aina vain yhden päätelaitteen yhteen tukiasemaan. Monitoimiset päätelaitteet voivat ylläpitää samanaikaisesti useita kantajia, jotka yhdistävät päätelaitteen yhteen tukiasemaan. Jos järjestelmä pystyy käyttämään makrodiversiteettiyhdistelyä, kantaja tai kantajat voivat yhdistää päätelaitteen verkkoon samanaikaisesti useamman kuin yhden tukiaseman kautta.

- Edellisissä kappaleissa kuvattu ongelma on erityisen haitallinen pakettiliikenteessä. Mikäli tukiaseman ja matkaviestinten väliset yhteydet ovat ns. reaaliaikayhteyksiä (RT-yhteyksiä) kuten esimerkiksi puheyhteyksiä, lähetykset jatkuvat tyypillisesti yhtenäisinä monien kehyksien ajan, jolloin lähetyksen alussa esiintyvän tehotason etsinnän osuus lähetyksajasta on hyvin pieni. Pakettiliikenteessä, yleisemmin ei-reaaliaikaisissa yhteyksissä (NRT-yhteyksissä) tieto siirretään pienimmillään yhden kehyksen mittaisissa paketeissa, jolloin paketin lähetyksen alussa esiintyvä tehotason etsinnän osuus lähetyksajasta on merkittävä.
- 10 Eräs tapa ratkaista edellä kuvatut ongelmat on laskea kaikkien läheteiden tehotasot uudestaan avoimen silmukan periaatteella, kun läheteiden määrä muuttuu. Tällaisessa ratkaisussa on kuitenkin se haittapuoli, että se ei huomioi nopean tehonsäädön vaikutusta edellisessä kehyksessä aktiivisina olleiden kantajien lähetykseen. Tukiasema säätää lähtötehoja tarvittaessa jatkuvasti. Tukiasema joutuu säätämään lähtötehoja tyypillisesti kompensoidakseen eri yhteyksien kokeman hitaan ja nopean häipymän (engl. slow fading, fast fading) vaikutuksen sekä eri läheteiden keskinäisen interferenssin vaikutuksen kompensoimiseksi.
- 20 Esimerkiksi, jos tukiasema voi kehyksen aikana antaa enimmillään 16 tehonsäätökomentoa, joilla lähetykseteho laskee tai nousee 1 dB:n verran, voi yhden läheteen lähetykseteho nousta olosuhteiden hetkellisen muutoksen takia yhden kehyksen aikana 16 dB eli noin 40-kertaiseksi tai laskea 1/40-osaan kehyksen alussa käytössä olleeseen lähtötehoon verrattuna. Mikäli avoimen silmukan periaatteella laskettu lähtöteho poikkeaa oikeasta arvosta vähemmän kuin 16 dB, tehonsäätö ehtii 25 yhden kehyksen aikana korjata lähtötehon oikeaan arvoon. Avoimen silmukan periaattella lasketut arvot voivat kuitenkin poiketa oikeasta arvosta enemmänkin, jolloin tehonsäätö ei ehdi korjata tehoa yhden kehyksen aikana oikeaksi.

KEKSINNÖN LYHYT KUVAUS

- Keksinnön tavoitteena on minimoida se aika, joka kuluu tiedonsiirron määrän askelmaisen muutoksen jälkeen, ennen kuin hallittavan läheteryhmän lähetystehot on säädetty optimiin. Keksinnön tavoitteena on myös parantaa pakettiliikenteisissä CDMA-järjestelmissä radorajapinnan kapasiteettia. Lisäksi keksinnön tavoitteena on minimoida lyhytkestoisen pakettiliikenteen koko ohjattavalle läheteryhmälle aiheuttama tehonsäätövirhe.
- 10 Tavoitteet saavutetaan laskemalla koko solun tai muun hallittavan läheteryhmän olennaisesti kaikkien lähetteiden tehoarvot uudestaan uusien lähetteiden alkaessa tai vanhojen loppuessa, ja ottamalla laskennassa huomioon ainakin osa kehys- eli laskentarajan yli jatkuvien lähetteiden tehonsäädön ohjaushistoriasta. Tällaisella säätömenetelmällä voidaan huomioda esimerkiksi alkavien lähetteiden vaikutus
- 15 laskentarajan yli jatkuviin lähetteisiin jo ennakolta, jolloin uusien lähetteiden alkaessa ja uusien tehoarvojen tullessa käyttöön eri lähetteiden lähtötehot ovat jo valmiiksi hyvin lähellä optimia.

- Keksinnön mukaiselle tehonsäätömenetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty
- 20 itsenäisen menetelmävaatimuksen tunnusosassa. Keksinnön mukaiselle matkaviestinverkon elementille on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen matkaviestinverkon elementtiä koskevan vaatimuksen tunnusosassa. Keksinnön mukaiselle kuormanhallintamenetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen kuormanhallintamenetelmää koskevan vaatimuksen tunnusosassa.
- 25 Keksinnön mukaiselle kantajien lähetystehojen hallintamenetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty itsenäisen kantajien lähetystehojen hallintamenetelmää koskevan vaatimuksen tunnusosassa. Keksinnön muita edullisia suoritusmuotoja on esitetty epäitsenäisissä patenttivaatimuksissa.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä aloittavan lähetyksen lähetystehon määrittämisen yhteydessä määritetään myös muille lähetteille soveltuvat lähtötehot siten, että kaikkien ohjattavien lähetteiden muodostama kokonaisuus on mahdollisimman lähellä optimia jo uuden kehyksen alkaessa. Keksinnön mukaisessa

5 menetelmässä huomioidaan alkavan lähetyksen vaikutus muihin lähetteisiin. Optimaaliset lähtötehoarvot vaihtelevat nopean häipymän muuttuessa, mutta keksinnön mukainen menetelmä pyrkii löytämään vallitsevaa häipymä- ja interferenssitilannetta vastaavat oikea lähetystehot lähetteille mahdollisimman nopeasti.

10

Lisäksi keksinnön mukaisessa menetelmässä otetaan huomioon edellisen kehyksen aikana tapahtuneet olosuhteiden muutokset ottamalla nopean tehonsäädön ohjaushistoria mukaan lähtötehojen uudelleen määrittämisen aikana tehtävän laskennan lähtötietoihin. Nopean tehonsäädön vaikutus voidaan huomioida

15 yksinkertaisimmillaan ottamalla laskennan lähtötiedoksi pelkästään kunkin lähetteen edellisen kehyksen lopussa käyttämä lähetysteho. Hetkellinen lähetysteho voi kuitenkin olosuhteista riippuen vaihdella hyvinkin nopeasti, jolloin radiotien kulloisistakin olosuhteista saadaan parempi kuva ottamalla laskennan lähtötiedoksi sopiva tilastollinen suure kunkin lähetteen lähetystehohistoriasta, kuten esimerkiksi

20 tietyn mittainen keskiarvo. Tällainen keskiarvo voidaan edullisesti laskea esimerkiksi tietyltä aikajaksolta edellisen kehyksen lopusta tai koko kehyksen ajalta. Keskiarvo voidaan tarvittaessa laskea myös useamman kehyksen ajalta. Tällaisena tilastollisena suurena voidaan käyttää muutakin suuretta kuin pelkkää keskiarvoa, kuten esimerkiksi halutulla tavalla painotettua keskiarvoa. Tällainen painotettu

25 keskiarvo voi edullisesti painottaa edellisen kehyksen lopussa käytettyjä tehoarvoja aikaisempia arvoja voimakkaammin. Lähtötietona voidaan käyttää myös esimerkiksi kahden eri mittaiselta ajalta lasketun keskiarvon suhteella painotettua keskiarvoa tai muuta soveltuvaa tilastollista suuretta.

Keksinnön mukaisella tehonsäätömenetelmällä voidaan edullisesti hallita yhden solun alueella olevien matkaviestinten sekä tukiaseman lähetystehot. Keksintö ei kuitenkaan rajoitu tähän, vaan menetelmä soveltuu myös useamman kuin yhden solun lähetystehojen yhtäaikaiseen optimointiin. Keksinnön mukaisen menetelmän avulla voidaan hallita myös vain solun tietyn osan, kuten sektoroidun solun tietyn sektorin lähetteitä. Keksintöä voidaan soveltaa esimerkiksi myös vain tiettyjen, toisiansa voimakkaasti interferoivien kantajien tehonsäätöön.

Keksinnön mukaista tehonsäätömenetelmää voidaan soveltaa myös sellaisiin tilanteisiin, joissa jokin lähete loppuu kehyksen lopussa. Mikäli muiden lähetteiden tehotasoja ei vastaavasti korjata, tehotasot eivät ole optimissaan, jolloin tiedonsiirtokapasiteettia hukkuu. Tunnetun tekniikan mukaisissa järjestelmissä tehotasojen optimointi jätetään tässäkin tilanteessa nopean tehonsäädön huoleksi. Tällöin seuraavan kehyksen alussa tiedonsiirtokapasiteettia hukkuu sinä aikana, mikä kuluu ennen lähetystehojen hakeutumista optimiin. Keksinnön mukaisen menetelmän avulla voidaan myös tässä tilanteessa asettaa lähetystehot mahdollisimman lähelle optimiarvoja jo kehyksen alkaessa.

Keksinnön mukaista menetelmää voidaan yleisesti soveltaa kaikissa sellaisissa tilanteissa, joissa radiotien yli siirrettävän tiedon määrä muuttuu. Esimerkiksi, mikäli edellisessä kehyksessä aktiivisena olleen kantajan tiedonsiirtotarve muuttuu kaksinkertaiseksi, jolloin kantajan lähetysteho samoin kaksinkertaistuu yhteyden muiden parametrien pysyessä samoina, vaikuttaa tämä muihin kantajiin samankaltaisella tavalla kuin jos kehyksen alussa olisi aloittanut uusi kantaja. Vastaavasti tiedonsiirtonopeuden pudottaminen vaikuttaa käänteisellä tavalla.

KUVIEN LYHYT SELOSTUS

Seuraavassa selostetaan keksintöä yksityiskohtaisemmin viitaten esimerkkinä esitetyihin edullisiin suoritusmuotoihin ja oheisiin kuviin, joissa

- kuva 1 havainnollistaa tunnetun tekniikan mukaisissa
tehonmääritysmenetelmissä esiintyvää tehonsäätövirhettä,
- 5 kuva 2 havainnollistaa keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisen
menetelmän toimintaa,
- kuva 3 havainnollistaa keksinnön erään toisen edullisen toteutusmuodon
mukaisen menetelmän toimintaa,
- 10 kuva 4 havainnollistaa keksinnön erästä edullista toteutusmuotoa, jossa
tukiasema käsittää keksinnön mukaisen säätömenetelmän toteuttamiseen
tarvittavat elimet, ja
- 15 kuva 5 havainnollistaa keksinnön erästä edullista toteutusmuotoa, jossa
keksinnön mukaisen säätömenetelmän toteuttamiseen tarvittavat elimet
on sijoitettu tukiasemaohjaimeen.

Kuvissa käytetään toisiaan vastaavista osista samoja viitenumeroita ja -merkkintöjä.

20

KEKSINNÖN EDULLISTEN SOVELLUSMUOTOJEN YKSITYISKOHTAINEN KUVAUS

- Keksinnön mukaisessa menetelmässä säädetään samanaikaisesti lähetettävien
- 25 pakettien SIR-arvojen (signal-to-interference ratio) tai esimerkiksi S/N-arvojen
(signal-to-noise ratio) odotusarvot tiettyyn esimerkiksi kantaja- tai
kantajaluokkakohtaiseen tavoitetasoon huomioiden nopeasta häipymästä johtuva
tehojen muutostarve niille kantajille, jotka ovat olleet edellisessä tai edellisissä
kehyksissä aktiivisina ja joista näin ollen tiedetään nopean häipymän aiheuttaman
- 30 nopean tehonsäädön ohjaushistoria. Keksinnön mukaisessa menetelmässä siten

käytetään edellisten kehysten aikana tehtyjä nopean tehonsäädön tietoja päivittämään uusien lähetystehojen laskentaa, jolloin saadaan tunnetun tekniikan mukaisiin menetelmiin verrattuna tarkempi tieto pakettien tarvitsemista lähetystehoista.

5

Keksinnön mukaisessa tehonsäätömenetelmässä SIR-arvojen laskenta voidaan suorittaa esimerkiksi seuraavasti:

$$\gamma_{ij} = \frac{G_{ij} \hat{L}_{ij} P_{ij}}{\alpha \hat{L}_{ij} \sum_{l=1}^{No_MS_i} P_{il} + \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq i}}^{No_BS} \tilde{L}_{mij} \sum_{n=1}^{No_MS_m} P_{mn} + P_N}, \quad (2)$$

missä

- 10 γ_{ij} on tukiaseman i paketin tai kantajan j SIR-tavoitetaso,
 \tilde{L}_{mij} on tukiaseman m sekä tukiaseman i kantajaan j liittyvän päätelaitteen
 välinen etäisyysvaimennus,
 P_{ij} on tukiaseman i paketin/kantajan j lähetysteho,
 G_{ij} on tukiaseman i paketin/kantajan j prosessointivahvistus,
 15 No_BS on yhden tukiasemaohjaimen ohjaaman tukiasemanaapuriston
 tukiasemien lukumäärä,
 No_MS_m on tukiaseman m aktiivisten kantajien lukumäärä ($m=1, 2, \dots, No_BS$)
 \hat{L}_{ij} on tukiaseman i ja sen kantajaan j liittyvän päätelaitteen välinen
 etäisyysvaimennus ('link gain') L_{ij} jaettuna kyseisen kantajan nopean
 20 tehonsäädön ohjaushistorialla f_{ijH} ,
 P_N on kohinatermi, ja
 α on oman solun koodien ortogonaalisuutta kuvaava tekijä, $\alpha \in (0,1]$. Jos
 oman solun koodien ortogonaalisuutta ei huomioida, on tekijän α arvo
 yksi.

25

Ohjaushistoriaa kuvaava termi f_{ijH} voidaan muodostaa monella eri tavalla.

Ohjaushistoria voidaan muodostaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

$$f_{ijH} = \begin{cases} 1, & \text{kantaja } j \text{ tukiasemassa } i \text{ ei ollut} \\ & \text{aktiivinen edellisessä kehyksessä} \\ \prod_{h=H_{1ij}}^{H_{Fij}} \prod_{k=1}^{K(h)} u_{hij}(k), & \text{kantaja } j \text{ oli aktiivinen edellisessä kehyksessä} \end{cases} \quad (3)$$

5

Edellisessä kaavassa (3) tekijä

$K(h)$ tarkoittaa nopean tehonsäädön tehonsäätökomentojen lukumäärää kehyksen h aikana,

H_{1ij} viittaa laskennassa tarkasteltavan aikajakson ensimmäiseen kehykseen ja

10 H_{Fij} viittaa alkavaa kehystä (kehys H) edeltävään kehykseen tukiaseman i kantajan j keskeytymättömässä lähetyksessä eli kun ko. kantaja on ollut aktiivinen kehyksissä $\{H_{1ij}, H_{2ij}, \dots, H_{Fij}\}$ ja

$u_{hij}(k)$ on h :nnen ($h \in \{H_{1ij}, H_{2ij}, \dots, H_{Fij}\}$) kehyksen k :s tehonsäätökomento, missä yleisesti

15

$$u_{hij}(k) = \begin{cases} \text{jos tehoa nostetaan} \\ \text{step up,} & k\text{:nnella tehonsäätökomentalla} \\ \text{jos tehoa vähenetään} \\ \text{step down,} & k\text{:nnella tehonsäätökomentalla} \end{cases} \quad (4)$$

Kuten edempänä tässä hakemuksessa mainittiin, nopean häipymän vaikutus voidaan huomioida hyvin monenlaisilla erilaisilla tilastollisilla suureilla. Ohjaushistoriaa

20 kuvaava termi f_{ijH} voidaan muodostaa kaavan (3) mukaisen tavan lisäksi esimerkiksi myös seuraavilla kaavojen (5) ja (6) tai kaavojen (5) ja (7) määrittämällä tavoilla:

$$f_{ijH} = \begin{cases} g\left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right), & \text{kantaja } j \text{ tukiasemassa } i \text{ ei ollut} \\ & \text{aktiivinen edellisessä kehyksessä tai nopean} \\ & \text{tehonsäädön ohjaushistoria ei ole muuten tiedossa} \\ \prod_{h=H_{ij}}^{H_{Fij}} \prod_{k=1}^{K(h)} u_{hij}(k), & \text{kantaja } j \text{ oli aktiivinen edellisessä kehyksessä} \end{cases} \quad (5)$$

missä funktio g voi olla esimerkiksi seuraavan kaavan (6) mukainen:

$$5 \quad g\left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right) = \begin{cases} \frac{1}{n}, & \text{kun } \frac{P_{Rx}}{P_{Tx}} \geq nL_{ij} \\ \left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right)^{-1} L_{ij}, & \text{kun } \frac{L_{ij}}{n} \leq \frac{P_{Rx}}{P_{Tx}} \leq nL_{ij} \\ n, & \text{kun } \frac{P_{Rx}}{P_{Tx}} < \frac{L_{ij}}{n} \end{cases} \quad (6)$$

Funktio g voi olla myös kaavan (7) mukainen:

$$g\left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right) = \left(\frac{P_{Rx}}{P_{Tx}}\right)^{-1/n} L_{ij} \quad (7)$$

10

Edellisissä kaavoissa tekijä

- 15 n on vakiokerroin, $n > 1$,
 P_{Rx} tarkoittaa vastaanotettua signaalin voimakkuutta ja
 P_{Tx} oman tukiaseman lähettämän vastaavan signaalin kuten pilot-signaalin kokonaislähetytystehoa samana ajanjaksona.

Kertoimen n arvoksi sopii esimerkiksi 2. Mikäli kaavassa (6) käytetään arvoa $n = 2$, sallitaan nopean häipymän aiheuttavan signaalin voimakkuuden muutoksen

vaikuttavan enintään kaksinkertaistamalla tai puolittamalla etäisyysvaimennusestimaatin.

- 5 Ohjaushistoriaa kuvaava termi f_{ijH} voidaan muodostaa esimerkiksi myös seuraavalla tavalla:

$$f_{ijH} = \begin{cases} 1, & \text{kantaja } j \text{ tukiasemassa } i \text{ ei ollut} \\ & \text{aktiivinen edellisessä kehyksessä} \\ \left(\frac{\gamma_{ij}}{SIR_{rx}} \right)^{1/n}, & \text{kantaja } j \text{ oli aktiivinen edellisessä kehyksessä} \end{cases} \quad (8)$$

- 10 Kaavassa (8) kerroin $n > 1$. Sopiva kertoimen n arvo on esimerkiksi 4. Kuten tästä havaitaan, vaikka tässä selityksessä termiä f_{ijH} kutsutaan ohjaushistoriaa kuvaavaksi termiksi, keksinnön kannalta kyseisen termin tarkoitus on kuvata suuretta, joka jollakin tavalla ainakin osittain kuvastaa eri kantajien kokemaa nopean häipymän vaikutusta.

- 15 Kaavassa (8) esitetyssä vaihtoehtoisessa aktiivisten pakettien ohjaushistoriaa kuvaavassa termissä (f_{ijH} :ssä) SIR_{rx} tarkoittaa edellisen kehyksen (kehyksen H_{Fij}) havaittua SIR-arvoa tai esimerkiksi kehyksien $\{H_{1ij}, H_{2ij}, \dots, H_{Fij}\}$ keskimääräistä havaittua SIR-arvoa. Tällöin siis oletetaan, että edellisissä kehyksissä vaikuttanut nopea häipymä otetaan keskiarvoisesti mukaan uuden lähetystehon laskentaan
- 20 korjaten etäisyysvaimennuksesta saatavaa lähetystehoa kohti SIR-tavoitetasoa havaitun SIR:n perusteella.

- Edellä esitetyt kaavat (3), (5), (6), (7) ja (8) ovat vain esimerkinomaisia, eikä keksintö rajoitu niiden mukaiseen tapaan huomioida nopean häipymän aiheuttama
- 25 muutos lähetteen lähetystehossa.

Ohjaushistoria voidaan ottaa huomioon vielä esimerkiksi seuraavalla tavalla käyttämällä hyväksi sekä kaavan (3) mukaista laskentatapaa että kaavan (5) mukaista laskentatapaa. Tekijä f_{ijH} voidaan laskea sekä kaavan (3) että kaavan (5) mukaisesti, ja käyttää kaavan (2) skaalaustekijänä f_{ijH} näiden kahden välituloksen
 5 itseisarvojen maksimia. Esimerkiksi siis jos kaavasta (3) saadaan $f_{ijH} \approx 2$ ja kaavasta (5) $f_{ijH} \approx 1,6$ ja käytetään maksimisääntöä, on lopullinen skaalaustekijän f_{ijH} arvo siten 2. Kaavan (2) skaalaustekijänä voidaan käyttää myös mainitun kahden välituloksen minimiä tai muulla tavoin määriteltyä yhdistelmää.

10 Kaavoissa (2), (3), (5), (6), (7) ja (8) kaikki suureet ovat absoluuttisia eivätkä dB-arvoisia.

SIR-arvojen laskentakaavassa (2) on tämän keksinnön idean eräänä mahdollisena toteutustapana esitetty edellisten kehysten nopean häipymän aiheuttaman nopean
 15 tehonsäädön ohjaushistorian mukaanotto uuden kehyksen alkulähetystehojen laskentaan siten, että etäisyysvaimennus omaan tukiasemaan on jaettu ohjaushistorialla. Jos siis esimerkiksi nopeassa tehonsäädössä on käytetty ns. delta-säätöä, jossa askelkoko on vakio absoluuttisissa yksiköissä, voidaan edellisen kehyksen nopean tehonsäädön ohjaushistoriasta aiheutuva etäisyysvaimennuksen
 20 skaalaustekijä muodostaa absoluuttissa yksiköissä esimerkiksi seuraavasti:

$$f_{ijH} = \prod_{h=H_{1ij}}^{H_{Fij}} \prod_{k=1}^K u_{hij}(k) = a^{s-t}, \quad (9)$$

ja dB-yksiköissä esimerkiksi seuraavasti:

25

$$f_{ijH} = \sum_{h=H_{1ij}}^{H_{Fij}} \sum_{k=1}^K u_{hij}(k) = (s-t) \cdot 10 \cdot \log_{10}(a) \text{ dB} \quad (10)$$

missä

s on edellisessä kehyksessä tehtyjen nopean tehonsäädön tehonnostojen lukumäärä,

t on edellisessä kehyksessä tehtyjen nopean tehonsäädön tehonlaskujen lukumäärä,

a on askelkoko ja

K on ohjausaskelten lukumäärä edellisessä kehyksessä.

On huomioitavaa, että sekä askelkoko a että tehonsäädön tehonsäätökomentojen lukumäärää K yhden kehyksen aikana voivat vaihdella kehyksestä toiseen.

Seuraavassa käydään läpi eräs esimerkki siitä, kuinka eri kantajien lähtötehot voidaan määrittää. Kaavasta (2) saadaan

$$\left(\frac{G_{ij}}{\gamma_{ij}} - \alpha \right) P_{ij} = \alpha \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^{No_MS_i} P_{il} + \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq i}}^{No_BS} \frac{\tilde{L}_{mij}}{\hat{L}_{ij}} \sum_{n=1}^{No_MS_m} P_{nm} + \frac{1}{\hat{L}_{ij}} P_N, \quad (11)$$

mikä voidaan esittää matriisimuodossa seuraavasti:

$$\lambda \mathbf{p} = \mathbf{A} \mathbf{p} + \mathbf{a} P_N, \quad (12)$$

missä \mathbf{p} on kantajien lähtötehot sisältävä matriisi, joka esitetään tarkemmin kaavassa (13), \mathbf{A} on kaavan (14) mukainen neliömatriisi, joka koostuu kaavan (15) mukaisista alimatriiseista, \mathbf{a} on kaavan (16) mukainen etäisyysvaimennusvektori ja λ on diagonaalimatriisi, joka on määritelty kaavoissa (17) ja (18). Matriisi \mathbf{A} on häiriövaikutusmatriisi, eli se sisältää lähinnä kunkin tukiaseman vuorovaikutussuhteet muihin tukiasemiin ja muiden tukiasemien ohjauksessa oleviin matkaviestimiin.

$$\mathbf{p} = \begin{bmatrix} P_{1,1} & \cdots & P_{1,No_MS_1} & \cdots & P_{No_BS,1} & \cdots & P_{No_BS,No_MS_{No_BS}} \end{bmatrix}^T \quad (13)$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{1,1} & \cdots & \mathbf{A}_{1,No_BS} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{A}_{No_BS,1} & \cdots & \mathbf{A}_{No_BS,No_BS} \end{bmatrix}, \quad (14)$$

5

$$\mathbf{A}_{im}(j,k) = \begin{cases} 0, i = m \wedge j = k \\ \alpha, i = m \wedge j \neq k \\ \frac{\tilde{L}_{mij} f_{Hij}}{L_{ij}}, i \neq m \end{cases} \quad j=1,\dots,No_MS_i, \quad k = No_MS_m. \quad (15)$$

$$10 \quad \mathbf{a} = \begin{bmatrix} \frac{f_{H11}}{L_{1,1}} & \cdots & \frac{f_{H,1,No_MS_1}}{L_{1,No_MS_1}} & \cdots & \frac{f_{H,No_BS,No_MS_1}}{L_{No_BS,No_MS_1}} & \cdots & \frac{f_{H,No_BS,No_MS_{No_BS}}}{L_{No_BS,No_MS_{No_BS}}} \end{bmatrix}^T \quad (16)$$

Kaavassa (16) voidaan käyttää esimerkiksi kaavan (3) mukaista ohjaushistoriaa kuvaavan termin f_{ijH} määritelmää.

$$15 \quad \lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{No_BS} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Kaavassa (17) tekijät λ_i ovat diagonaalisia alimatriiseja:

$$\lambda_i(j,k) = \begin{cases} \frac{G_{ij}}{\gamma_{ij}} - \alpha, j = k \\ \gamma_{ij} \\ 0, j \neq k \end{cases}, j = 1..No_MS_m, k = 1..No_MS_m \quad (18)$$

Uusi avoimen silmukan tehovektori voidaan edellisten kaavojen avulla laskea kaavan (19) mukaan:

5

$$\mathbf{p} = (\lambda - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{a} P_N \quad (19)$$

Käytännössä voi laskennallisista syistä olla edullista rajoittaa matriisin \mathbf{A} pienten nollasta poikkeavien alkioden määrää. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi siten, että etsitään matriisin suurin alkio ja kaikki korvataan kaikki alkiot nolllilla, jotka ovat esimerkiksi 30dB eli absoluuttisissa arvoissa 1000 kertaa pienempi kuin suurin alkio. Tällöin matriisin \mathbf{A} dynamiikka on rajoitettu 30dB:iin.

Toinen vaihtoehto matriisin \mathbf{A} yksinkertaistamiseksi on korvata tiettyjä alimatriiseja \mathbf{A}_{nm} ($n, m=1,2,...,No_BS$) nollamatriiseilla, joiden kaikki alkiot ovat nolllia. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi niille alimatriiseille, joita vastaavat tukiasemat n ja m eivät ole naapuritukiasemia. Vaihtoehtoisesti, tämä voidaan tehdä esimerkiksi niille alimatriiseille, joissa edellä kuvatun dynamiikan rajoittamisen jälkeen alimatriisiin jää tiettyä raja-arvoa vähemmän nollasta poikkeavia alkioita. Tällaisena raja-arvona voidaan edullisesti pitää noin 10% alimatriisin alkioden lukumäärästä. Edelleen vaihtoehtoisesti voidaan nollata ne alimatriisit \mathbf{A}_{nm} , joita vastaavan tukiaseman tukiaseman m etäisyysvaimennus tukiasemasta n on itseisarvoltaan vähintään yhtä suuri tai tietyn parametrin verran suurempi kuin tukiaseman n tehonsäätödynamiikka.

25

Kolmas vaihtoehtoinen tapa matriisin \mathbf{A} yksinkertaistamiseksi on tehdä matriista diagonaalimatriisi eli korvata nollamatriiseilla osamatriisit \mathbf{A}_{nm} ($n, m=1,2,...,No_BS$),

missä $n \neq m$. Tällöin ratkaistaan tehovektori kullekin tukiasemalla siten, että interferenssistä huomioidaan vain oman tukiaseman aiheuttama interferenssi.

- 5 Matriisia \mathbf{A} voidaan yksinkertaistaa myös nolllaamalla tiettyjen rivien tai sarakkeiden alkio. Esimerkiksi, nollattaviksi riveiksi tai sarakkeiksi voidaan valita sellaiset, joiden alkioiden arvot ovat tietyn rajan alapuolella.

Edellä kuvatut tavat matriisin \mathbf{A} yksinkertaistamiseksi vähentävät tarvittavan laskennan määrää, jolloin laskenta on nopeampaa.

10

Käytännössä käytettävillä tehoarvoilla on tietyt ala- ja ylärajat, joten laskennan antamat tulokset on rajoitettava tietylle tehoalueelle. Jos tehovektorin jotakin komponenttia joudutaan mututamaan, on tarkistettava, kuinka se vaikuttaa kunkin lähetettävän paketin/kantajan SIR-arvoon tai muuhun vastaavaan häiriötasoa
15 kuvaavaan arvoon. Tarkistus voidaan tehdä laskemalla tarkistetuilla tehotasoilla saatavat SIR-ärvot γ_r esimerkiksi seuraavan kaavan (20) mukaan:

$$\gamma_r = \text{div}(\mathbf{GP}, (\mathbf{A} + \mathbf{I})\mathbf{P} + \mathbf{a}P_N), \quad (20)$$

- 20 missä $\text{div}(\cdot)$ tarkoittaa jakamista alkio alkioilta ja \mathbf{G} on prosessointivahvistukset sisältävä diagonaalimatriisi. Mikäli tarkistetuilla tehotasoilla saatavat SIR-ärvot γ_r eivät ole hyväksyttävissä, voi verkkojärjestelmä järjestellä liikennettä esimerkiksi siirtämällä matalan prioriteettitason paketteja myöhemmissä kehyksissä lähetettäväksi ja laskea tehotasot uudestaan. Mikäli SIR-ärvot γ_r ovat
25 hyväksyttävissä, voidaan lasketut lähtötehot ottaa käyttöön.

Lasketut tehoarvojen käyttöönotosta päättämisen kriteerinä voidaan käyttää myös muita parametreja kuin edellämainittuja SIR-arvoja. Lähtötehovektori voidaan laskea useaan kertaan hieman erilaisilla lähtötiedoilla, esimerkiksi erilaisilla SIR-

tavoitetasoilla, ja valita käytettävä lähtötehovectori jonkin halutun kriteerin tai kriteerijoukon mukaan. Eräs toinen esimerkinomainen vaihtoehto lähtötehovectorin laskennan lähtötietojen muuttamiseksi on vähentää niiden läheteiden bittinopeutta, joiden lähetysteho oikein vastaanotettuja bittejä kohti on ollut keskimäärin suurin

5 edellisten kehysten aikana, tai keskeyttää tällaisen läheteen lähetys alkavan kehysten ajaksi. Käytettävän lähtötehovectorin valinnassa voidaan käyttää minimoitavana suurena esimerkiksi kokonaislähetystehon suhdetta kehysten aikana lähetettävien bittien määrään. Minimoitavana suurena voidaan käyttää esimerkiksi myös aktiivisten kantajien lähetystehon ja oikein vastaanotettujen bittien

10 määrän suhdetta. Keksintö ei mitenkään rajoita tässä käytettävää optimointitavoitetta eikä varsinaiseen optimointiin tässä hakemuksessa esitetyn tehonsäätömenetelmän lisäksi käytettävää optimointitapaa. Esimerkiksi, lasketuista lähtötehovektoreista voidaan valita se, jonka lähtötehojen summa on pienin. Toisena esimerkkinä lähtötehojen optimoinnin tavoitteesta voidaan esittää eri kantajien

15 hinta- tai tuottoluokilla painotettujen SIR-arvojen maksimointi, mikä on käyttökelpoinen parametri, mikäli kyseisessä matkaviestinjärjestelmässä seurataan liikennöintitasolla kunkin kantajan aiheuttamia kustannuksia ja käyttäjiltä palvelusta saatavia maksuja. Edelleen esimerkkinä voidaan mainita kantajien tärkeysluokkien mukaan painotettujen SIR-arvojen maksimointi, mikä soveltuu käytettäväksi

20 sellaisessa matkaviestinjärjestelmässä, joissa käyttäjille voidaan asettaa käyttäjäkohtaisia, käyttäjän kaikki kantajat kattavia tärkeysluokkia tai kantajakohtaisia tärkeysluokkia. Tällaisessa järjestelmässä voitaisiin täten taata esimerkiksi viranomaisliikenteen läpimeno ruuhkahuipuista huolimatta. Eri pakettien tai kantajien tärkeysluokitusten avulla voidaan myös luoda käyttäjille

25 erilaisia palveluluokkia esimerkiksi sallittavan suurimman viiveen mukaan, jolloin suurimman sallitun viiveajan lähestyessä paketin tärkeysluokkaa automaattisesti nostetaan, kunnes paketti pääsee läpi. Vielä eräänä esimerkkinä voidaan mainita esimerkiksi tietoliikenteen läpivientikapasiteetin maksimointi. Optimointitavoitteena voidaan pitää myös jotain näiden tai muiden yksittäisten tavoitteiden halutulla

tavalla muodostettua yhdistelmää. Kuten näistä esimerkeistä havaitaan, keksinnön mukaisen säätömenetelmän avulla voidaan liikennettä ohjata hyvin monen eri tavoitteen mukaan, hyvin erilaisia eri kantajien erityisvaatimuksia huomioiden.

- 5 Tehovektoria voidaan käyttää myös pääsyohjauksen (engl. admission control) sekä kuormanhallinnan (engl. load control) apuvälineenä päättämään kannattaako aloittamaan pyrkivää kantajaa palvella tällä hetkellä, kannattaako antaa ko. kantajan odottaa lähetysvuoroa, vai onko kannattavampaa järjestelmän kapasiteetin ja stabiiliuden kannalta vähentää jonkin yhteyden SIR-tavoitetasoa tai kasvattaa
- 10 prosessointivahvistusta (eli vähentää bittinopeutta). Tällöin voidaan valintasuureena käyttää lasketun tehovektorin antaman lähetystehon suhdetta lähetettäviin bitteihin tai edellisten kehysten aikana oikein vastaanotettuihin bitteihin. Lähetystehon suhde edellisten kehysten aikana oikein vastaanotettuihin bitteihin kuvaa bitin oikein vastaanottamiseen tarvittavan lähetystehon keskimääräistä määrää. Eräs
- 15 mahdollinen valintasuure saadaan myös kertomalla lähetteen lähetysteho lähetettyjen bittien lukumäärää kohden funktiolla, jonka argumenttina on SIR-tavoitetaso ja koetun SIR:n suhde ($SIR_{tavoitetaso}/SIR$), joka on laskettu yli lähetystehojen laskennassa käytetyn keskiarvoistamisajanjakson. Valintasuureen laskeminen on kuvattu kaavassa (21).

20

$$Kriteeri = \frac{P_{Tx}}{bittimäärä} h_1[SIR, SIR_{tavoitetaso}] \quad (21)$$

Kaavassa (21) funktio h_1 voi olla esimerkiksi kaavan (22) mukainen.

25

$$h_1 = \left(\frac{SIR_{tavoitetaso}}{SIR} \right)^{1/n} \quad (22)$$

Kaavassa (22) kerroin $n \geq 1$. Sopiva kertoimen n arvo on esimerkiksi 4. Valintakriteeri/-suure voidaan myös laskea kaavan (23) mukaisesti:

$$Kriteeri = \frac{P_{Tx}}{\text{bittimäärä}} h_2 [SIR_{\min}, SIR_{\text{tavoitetaso}}] \quad (23)$$

Kaavassa (23) funktio h_2 voi olla esimerkiksi kaavan (24) mukainen.

5

$$h_2 = \left(\frac{SIR_{\min}}{SIR_{\text{tavoitetaso}}} \right)^{1/n} \quad (24)$$

Kaavassa (24) kerroin $n \geq 1$. Sopiva kertoimen n arvo on esimerkiksi 1 tai hieman sitä suurempi. Kaavassa (24) suure SIR_{\min} tarkoittaa pienintä arvoa vertailtavien läheteiden SIR-tavoitetasojen $SIR_{\text{tavoitetaso}}$ joukossa. Esimerkiksi, jos päätetään kahden lähteen välillä, kumman lähteen bittinopeutta ja/tai SIR-tavoitetasoa tulisi pienentää, kun ensimmäisen lähteen $SIR_{\text{tavoitetaso}}$ on 2 ja toisen lähteen $SIR_{\text{tavoitetaso}}$ on 4, saadaan kaavan (24) mukaisesti funktion h_2 arvoksi 0.5 ensimmäiselle lähteelle ja 1 toiselle lähteelle, kun $n=1$. Näin on huomioitu myös läheteiden laatutavoitteen ($SIR_{\text{tavoitetaso}}$) arvo bittien lukumäärän ja lähetystehon lisäksi. Kaavan (24) mukainen funktio h_2 vaikuttaa valintasuureen määräytymisessä sen, että oikein vastaaotettujen bittien lisäksi huomioidaan eksplisiittisesti se SIR-tavoitetaso, millä ko. bitit pyritään vastaanottamaan.

SIR:n laskennassa kannattaa tässä kuitenkin käyttää alimman ja ylimmän arvon rajoitusta. Esimerkiksi, jos SIR-arvo on. alle tietyn ennalta määritellyn alarajan, pudotetaan tämän yhteyden bittinopeutta enemmän kuin minkään sellaisen yhteyden, jolla SIR -arvo oli yli alarajan. Jos SIR-arvo on yli ylärajan, korvataan SIR-arvo ylärajalla.

25

Kaikki kaavojen (21), (22), (23) ja (24) suureet ovat absoluuttisissa yksiköissä eikä dB-yksiköissä.

Ylikuormatilanteessa kannattaa palveltavien joukosta ensimmäisenä poistaa sellainen yhteys, jonka lähetysteho vastaanotettua bittimäärää kohden on suurin. Vaihtoehtoisesti tällaisen yhteyden bittinopeutta voidaan vähentää.

- Ylikuormatilanteessa kannattaa vähentää järjestelmän kuormaa vähentämällä SIR-tavoitetasoa ja/tai bittinopeutta keksinnön mukaisella menetelmällä valituilta lähetteiltä niin paljon, että kuorma pysyy halutussa tasossa. Alikuormatilanteessa, jolloin kuorman määrä on haluttua määrää pienempi, voidaan tehovektorin laskennan avulla valita, minkä yhteyden bittinopeutta voidaan edullisimmin suurentaa eli prosessointivahvistusta pienentää. Tällöin säädettäväksi yhteydeksi valitaan sellainen yhteys, jonka lähetysteho lähetettyä bittimäärää kohden on pienin. Alikuormatilanteessa, jolloin tässä keksinnössä laskettu tehovektori on käyttökelpoinen, eli sen antamat tehot ovat sallituissa rajoissa, voidaan keksinnön mukaisen menetelmän avulla valita lähetettäväksi lisäksi sellainen lähete, jonka tehovektorin antama lähetysteho suhteessa lähetettäviin bitteihin tai edellisten kehysten aikana oikein vastaanotettuihin bitteihin on pienin.

- Alikuorma- ja ylikuormatilanteiden SIR-tavoitetasojen ja/tai bittinopeuksien kasvattaminen alikuormatilanteessa ja vähentäminen ylikuormatilanteessa kannattaa tehdä nimenomaan niille lähetteille, joiden lähetysteho on suuri suhteessa oikein vastaanotettuihin bitteihin. Lähetystehoina voidaan esimerkiksi käyttää keksinnön mukaisen tehovektorin antamia tehoja tai aikaisempia lähetteiden keskimääräisiä lähetystehoja, viimeisiä suljetun silmukan antamaa lähetystehoa tai normaalia avoimen silmukan etäisyysvaimennukseen perustuvaa lähetystehoa. Eräs mahdollinen suoritustapa on ottaa esimerkiksi maksimi tai keskiarvo edellä kuvatuista lähetystehon arvoista eri määrittämistavoilla ja käyttää sitä kuormanhallinnan vertailusuureessa, joka voi esimerkiksi olla lähetystehon suhde oikein vastaanotettujen bittien keskimääräiseen määrään. Tehovektoria voidaan esimerkiksi käyttää myös vain kuormanhallinnan apuvälineenä määrittämään kuormanhallinnan vertailusuureiden arvot eri lähetteille.

Kaavassa 25 kerrataan vielä havainnollisuuden vuoksi tehovektorin luominen matemaattisesti kahden kehyksen ajalta. Kaavassa $P_{i,RT}(s)$ tarkoittaa kehyksessä s (tässä $s=1,2$) aktivoituneeseen kantajaan kuuluvan RT-paketin lähetystehoa ensimmäisessä kantajan aktiivisessa kehyksessä. $\Delta P_{m_{s,i},NRT}(s)$ tarkoittaa puolestaan kehyksessä s (tässä $s=1,2$) aktivoituneeseen kantajaan kuuluvan $m_{s,i}$:nnen NRT-paketin lähetystehon muutosta, mikä tehdään tarkasteltavassa kehyksessä nopean tehonsäädön ja muuttuneen interferenssitilanteen takia. Ensimmäisessä kehyksessä on $n_{1,1}$ kappaletta RT-paketteja ja $m_{1,1}$ kappaletta NRT-paketteja, joista $n_{1,2}$ kappaletta RT-paketteja ja $m_{1,2}$ kappaletta NRT-paketteja on aktiivisia toisessakin kehyksessä. Ensimmäinen alaindeksi tarkoittaa kehystä, jossa ko. paketin kantaja on aktivoitunut ja toinen alaindeksi tarkasteltavaa kehystä. Toisessa kehyksessä tulee uusiin kantajiin liittyviä RT-paketteja $n_{2,2}$ kappaletta ja NRT-paketteja $m_{2,2}$ kappaletta.

15

$$\begin{bmatrix} P_{1,RT}(1) \\ P_{2,RT}(1) \\ \vdots \\ P_{n_{1,1},RT}(1) \\ P_{1,NRT}(1) \\ \vdots \\ P_{m_{1,1},NRT}(1) \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} P_{1,RT}(1) + \Delta P_{1,RT}(1) \\ \vdots \\ P_{n_{1,2},RT}(1) + \Delta P_{n_{1,2},RT}(1) \\ P_{1,RT}(2) \\ \vdots \\ P_{n_{2,2},RT}(2) \\ P_{1,NRT}(1) + \Delta P_{1,NRT}(1) \\ \vdots \\ P_{m_{1,2},NRT}(1) + \Delta P_{m_{1,2},NRT}(1) \\ P_{1,NRT}(2) \\ \vdots \\ P_{m_{2,2},NRT}(2) \end{bmatrix} \quad (25)$$

Matkaviestinjärjestelmä voi keksinnön mukaisen menetelmän mukaisen tehonsäädön tuloksien optimoinnissa käyttää monenlaisia eri tapoja liikenteen järjestelyyn. Järjestelmä voi esimerkiksi lykätä tiettyjen, matalan prioriteetin

20

pakettien lähetystä. Järjestelmä voi myös esimerkiksi vähentää tiettyjen kantajien tiedonsiirtonopeutta tai lähetystehoa.

- Keksinnön mukaista tehonsäätömenetelmää voidaan käyttää myös erilaisiin liikenteenhallintatarkoituksiin. Keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi hallittavan läheteryhmän kokonaistehon hallintaan (engl. load control). Tällaisessa sovellusmuodossa määritetään alkavan lähetteen vaikutus kokonaistehoon, jolloin kokonaistehorajan ylittyessä voidaan kieltää kyseisen lähetteen lähetyksen aloitus, tai järjestellä hallittavan läheteryhmän liikennettä siten, että alkavan lähetteen lähetys voidaan sallia. Keksinnön mukaista menetelmää voidaan siten käyttää myös uusien yhteyksien muodostamisen hyväksyntään (engl. admission control). Keksinnön mukaista menetelmää voidaan siten yleisesti käyttää eri liikennejärjestelyvaihtoehtojen soveltamiseen liikenteen hallintaa varten.
- 15 Keksinnön mukaista menetelmää voidaan soveltaa myös ns. makrodiversiteetti yhdistelyn yhteydessä. Makrodiversiteetti yhdistely tarkoittaa käytäntöä, jossa useampi kuin yksi tukiasema palvelee samaa matkaviestintä. Tällöin kukin palveleva matkaviestin lähettää matkaviestimelle osasignaalin, ja matkaviestin summaa vastaanotetut osasignaalit. Tällöin kukin tukiasema voi
- 20 käyttää matalampaa lähetystehoa kuin siinä tapauksessa, jossa kyseinen matkaviestin käyttää vain yhtä tukiasema. Matalamman lähetystehon ansiosta kunkin tukiaseman muiden matkaviestinten havaitsema häiriötaso on matalampi.
- Kuva 2 havainnollistaa keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisen
- 25 menetelmän vuokaaviota. Tämä esimerkki havainnollistaa erästä mahdollista toimintatapaa sellaisessa tilanteessa, jossa säädettävänä ryhmänä on yksi tukiasema ja sen alueella olevat matkaviestimet. Tämä esimerkki havainnollistaa lisäksi sellaista keksinnön mukaista toteutusmuotoa, jossa tarkistetaan, ovatko laskennan tuloksena saadut lähtötehojen arvot tietyissä rajoissa. Aluksi vastaanotetaan 120
- 30 kuuluvuustiedot matkaviestimiltä. Kuuluvuustietojen vastaanotto on osa

tavanomaista, tunnetun tekniikan mukaista matkaviestinverkon toimintaa, joten tämä menetelmävaihe on merkitty kuvaan 2 vain havainnollisuuden vuoksi. Seuraavaksi muodostetaan 130 säätöfunktio ainakin kuuluvuustietojen ja matkaviestinten tehotasojen ohjaushistorian perusteella. Säätöfunktiona voidaan
5 käyttää esimerkiksi kaavan (19) mukaista tai vastaavaa funktiota. Seuraavassa vaiheessa lasketaan 140 edellisessä vaiheessa muodostettu säätöfunktio, jonka laskennan tuloksena saadaan uudet arvot hallittavien lähetteiden lähtötehoille. Tämän jälkeen tarkistetaan 150, että kukin laskettu lähtötehoarvo on kullekin läheteelle soveltuvien minimi- ja maksimiarvojen välissä. Mikäli kaikki arvot ovat
10 sallituissa rajoissa, kyseiset tehoarvot otetaan käyttöön 190.

Mikäli kaikki lasketut lähtötehoarvot eivät olleet sallituissa rajoissa, toimitaan kuvan 2 esimerkissä seuraavasti. Sallitut rajat ylittävät lähtötehoarvot muutetaan 160 suurimman kullekin läheteelle sallitun arvon suuruiseksi, ja vastaavasti lähtötehojen alarajan alittavat arvot muutetaan alarajan suuruiseksi. Seuraavaksi tarkistetaan 170, täyttävätkö tarkistettut arvot halutut kriteerit, eli kuvan 2 esimerkissä tarkistetaan 170, saavutetaanko tarkistetuilla arvoilla halutut SIR-tasot. Tarkistaminen voidaan tässä tapauksessa tehdä esimerkiksi kaavan (20) mukaan. Mikäli halutut SIR-tasot saavutetaan, tarkistettut tehoarvot voidaan ottaa käyttöön 190. Mikäli haluttuja SIR-
15 tasoja ei saavuteta, järjestellään 180 liikennettä esimerkiksi lykkäämällä joidenkin matalaprioriteettisten pakettien lähetystä myöhempiin kehyksiin. Järjestelyjen jälkeen palataan takaisin säätöfunktion muodostusvaiheeseen 130.

Keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaan voidaan lasketut ja/tai
25 tarkistettut tehoarvot ottaa käyttöön, vaikka ne eivät täyttäisikään haluttuja SIR-tasoja. Näin voidaan joutua tekemään, jos millään liikenteen järjestelyllä ei käytössä olevan laskenta-ajan kuluessa kyetä löytämään ratkaisua, jonka avulla halutut SIR-tasot voidaan saavuttaa. Tällaisessa tapauksessa on edullisinta järjestää lähtötehot siten, että suurimman prioriteetin omaavien kantajien SIR-tasot pyritään

saavuttamaan mahdollisimman hyvin, ja antamalla joidenkin matalan prioriteetin kantajien SIR-tasojen jäädä tavoitetason alapuolelle.

- Kuvassa 3 havainnollistetaan keksinnön erään edullisen toteutusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa vuokaaviolla. Tämä esimerkki havainnollistaa erästä mahdollista toimintatapaa sellaisessa tilanteessa, jossa säädettävänä ryhmänä on useampi kuin yksi tukiasema ja niiden alueilla olevat matkaviestimet. Tämä esimerkki havainnollistaa lisäksi sellaista keksinnön mukaista toteutusmuotoa, jossa tarkistetaan, ovatko laskennan tuloksena saadut lähtötehojen arvot haluttujen optimointitavoitteiden mukaiset. Aluksi vastaanotetaan 125 kuuluvuustiedot ja tiedot matkaviestinten tehonsäädön ohjaushistoriasta tehonsäädön hallintaan osallistuvilta tukiasemilta. Seuraavaksi muodostetaan 130 säätöfunktio ainakin kuuluvuustietojen ja matkaviestinten tehotasojen ohjaushistorian perusteella. Säätöfunktiona voidaan käyttää esimerkiksi kaavan (19) mukaista tai vastaavaa funktiota. Seuraavassa vaiheessa lasketaan 140 edellisessä vaiheessa muodostettu säätöfunktio, jonka laskennan tuloksena saadaan uudet arvot hallittavien lähetteiden lähtötehoille. Tämän jälkeen tarkistetaan 150, että kukin laskettu lähtötehoarvo on kullekin lähetteelle soveltuvien minimi- ja maksimiarvojen välissä. Mikäli kaikki lähtötehoarvot ovat minimi- ja maksimiarvojen välissä, siirrytään vaiheeseen 151.
- 20 Mikäli kaikki arvot eivät ole sallituissa rajoissa, muutetaan sallittujen rajojen ulkopuoliset arvot sallittuihin arvoihin esimerkiksi kuvan 2 selostuksen yhteydessä kuvatulla vaiheen 160 mukaisella tavalla, jonka jälkeen siirrytään vaiheeseen 151. Vaiheessa 151 tarkistetaan, ovatko lasketut lähtötehoarvot haluttujen kriteerien tai optimointitavoitteiden mukaiset. Mikäli tehoarvot ovat kriteerien mukaiset, otetaan
- 25 tehoarvot käyttöön 190. Mikäli tehoarvot eivät täytä asetetuja kriteereitä, järjestellään 180 liikennettä haluttujen optimointitavoitteiden täyttämiseksi, ja palataan takaisin säätöfunktion muodostusvaiheeseen 130.

- Keksintö ei rajoitu mihinkään tiettyyn optimointitavoitteeseen, vaan kuvan 3
- 30 esimerkin mukaisessa keksinnöllisessä menetelmässä ja keksinnön muissa

- sovellusmuodoissa voidaan soveltaa kulloisenkin tarpeen mukaista optimointitavoitetta. Optimointitavoitteena voidaan esimerkiksi käyttää kantajien tärkeysluokalla painotettujen SIR-arvojen maksimointia tai jotain muuta edellä mainittua tavoitetta. Keksintö ei myöskään rajoitu mihinkään tiettyyn tapaan
- 5 järjestellä liikennettä halutun optimointitavoitteen saavuttamiseksi, vaan järjestelytapa voidaan edullisesti valita optimointitavoitteen mukaan. Keksintö ei siten rajoitu mihinkään tiettyyn optimointitavoitteiden ja järjestelytavan muodostamaan optimointimenetelmään.
- 10 Keksinnön eräässä edullisessa toteutusmuodossa laskennan tuloksena saatuja uusia tehotasoja ei suoraan oteta käyttöön kaikissa edellisessä kehyksessä aktiivisena olleissa kantajissa, vaan ensin tarkistetaan, onko laskennan tuloksena aiheutuva muutos suurempi kuin tietty, ennalta määritetty raja. Jos kantajan lähetystehon muutos on mainittua rajaa pienempi, ei kyseisen kantajan lähetystehoa muuteta,
- 15 jolloin matkaviestinjärjestelmän automaattisen tehonsäädön annetaan korjata lähetysteho uuden kehyksen alettua. Tällaisessa toteutusmuodossa lähtötehoa muutetaan vain, jos keksinnön mukaisella menetelmällä laskettu uusi lähtöteho on enemmän kuin mainitun rajan verran vanhaa lähtötehoa pienempi tai suurempi. Tällaisen toteutusmuodon etuna on pienempi ohjausviestityksen tarve.
- 20 Keksinnön eräässä edullisessa toteutusmuodossa tukiasemanaapurusto voidaan ottaa huomioon myös yksinkertaisemmalla tavalla kuin mitä edellä on esitetty. Halutun tukiasemanaapuruston tukiasemien ja matkaviestinten lähtötehot voidaan ottaa huomioon lisäämällä niiden arvoitu vaikutus kohinatermiin, kuten esimerkiksi
- 25 kaavan (19) termiin P_N .
- Kuten edellä on selostettu, keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan säätää useiden matkaviestinten tehoja yhteisesti yhdessä prosessissa. Tällainen kollektiivinen tehonsäätö on hyödyllinen tapauksissa, joissa solun
- 30 liikennestatistiikka muuttuu. Kun suurta tiedonsiirtonopeutta käyttävä matkaviestin

- aloittaa liikennöinnin, se aiheuttaa samalla merkittävän yhteisen tekijän muiden käyttäjien tehonsäätöön. Samalla tavoin, kun suurta tiedonsiirtonopeutta käyttävä matkaviestin lopettaa liikennöinnin, voidaan muiden käyttäjien tehotasot asettaa merkittävästi suuren tiedonsiirtonopeuden liikennöinnin aikaista tasoa alemmalle tasolle. Tehon nopea alentaminen usealle matkaviestimelle samanaikaisesti on edullinen oman solun häiriöiden kannalta, mutta myös naapurisoluihin aiheutetun häiriön kannalta. Usean matkaviestimen tai kantajan tehonsäätö voidaan suorittaa myös ryhmittäin, jolloin kyseiselle ryhmälle annetut tehonsäätökomennot muuttavat samalla tavalla kaikkiin kyseisen ryhmän kantajiin. Tietyn ryhmän yhteinen tehonsäätö voi esimerkiksi käyttää yhteisen ohjauskanavan määriteltyjä ryhmätehonsäätöbittejä, jotka on erotettu normaalista kantajakohtaisesta tehonsäädöstä. Yhteinen tehonsäätö voi tapahtua suuremmalla askelkoolla kuin kantajakohtainen tehonsäätö, jotta muutoksen vaste saadaan nopeaksi.
- 15 Eräässä keksinnön edullisessa toteutusmuodossa yhteisen tehonsäädön piirissä olevat kantajat voidaan valita niiden liikennöintitilan mukaan. Esimerkiksi, pakettiliikennettä välittävät kantajat voivat automaattisesti kuulua tiettyyn ryhmään, jonka kantajien lähtötehoja säädetään ainakin osittain myös yhteisten ryhmäkomentojen avulla. Tällaisessa toteutusmuodossa kukin matkaviestin seuraa
- 20 liikennöintitilansa määrittämän ryhmän tehonsäätökomentoja. Tällöin matkaviestimen tai kantajan ryhmä vaihtuu automaattisesti liikennöintitilan vaihtuessa. Ryhmäkomentojen lisäksi matkaviestin voi noudattaa myös vain kyseiselle kantajalle tai matkaviestimelle tarkoitettuja tehonsäätökomentoja.
- 25 Keksinnön mukaisen tehonsäätömenetelmän toteuttava järjestelmä voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Keksinnön eräässä edullisessa toteutusmuodossa keksinnön mukaista laskentamenetelmää suorittaa tällaisen järjestelmän prosessori, jonka toimintaa ohjaavat muistielimelle tallennettu ohjelmisto-. Kuva 4 havainnollistaa keksinnön erästä tällaista sovellusmuotoa. Kuvassa esitetään muuhun
- 30 matkaviestinjärjestelmään 380 kytketty tukiasema 340 sekä tukiasemaan yhteydessä

olevia matkaviestimiä 330. Keksinnön mukaisen tehonsäätömenetelmän toteuttamiseksi tukiasemassa 340 on prosessori 320 ja muistielin 321.

5 Kuva 5 havainnollistaa erästä toista keksinnön edullista sovellusmuotoa, jossa tehonsäätöä ohjaavat elimet 320, 321 on sijoitettu tukiasemia 340 ohjaavaan tukiasemaohjaimeen 350. Tukiasemaohjain 350 on yhteydessä muuhun matkaviestinjärjestelmään 380. Kuvassa 4 esitetään lisäksi tukiasemiin 340 yhteydessä olevia matkaviestimiä 330.

10 Keksinnön mukainen tehonsäätöjärjestelmä voidaan myös sijoittaa moniin eri kohtiin matkaviestinjärjestelmässä. Mikäli tehonsäätöjärjestelmän hallittavana on vain yhden tukiaseman ja sen alueella olevien matkaviestinten lähteet, voidaan tehonsäätöjärjestelmä edullisesti sijoittaa kyseiseen tukiasemaan.

Tehonsäätöjärjestelmä voidaan myös sijoittaa yhden tai useamman tukiaseman

15 toimintaa ohjaavaan tietoliikenneverkon ohjausyksikköön kuten esimerkiksi tukiasemaohjaimeen.

Keksinnön mukaisella tehonsäätömenetelmällä on useita merkittäviä etuja.

Keksinnön mukaisen tehonsäätömenetelmän avulla saadaan kehyksen alussa

20 alkavien lähteiden tehotasot ja myös muiden lähteiden tehotasot lähelle haluttua optimia, mikä säästää radiorajapinnan kapasiteettia ja matkaviestinten lähetystehoja.

Koska lähetystehojen mahdollinen poikkeama todellisista optimiarvoista on merkittävästi pienempi kuin tunnetun tekniikan mukaisilla ratkaisuilla, nopea tehonsäätö korjaa lähetystehot oikeisiin arvoihinsa merkittävästi tunnetun tekniikan

25 ratkaisuja nopeammin.

Tässä hakemuksessa esitetyt kaavat ovat vain esimerkinomaisia, eikä keksintö rajoitu pelkästään tässä esitettyjen kaavojen mukaisiin tehonsäätömenetelmiin. Alan ammattimiehelle on selvää, että keksinnön mukaisen menetelmän voi toteuttaa

30 hyvin monenlaisilla eri approksimaatioilla muodostetuilla laskentakaavoilla.

Edellä on kuvattu keksinnön toteutusta pakettiliikenteisessä CDMA-järjestelmässä, mutta keksintö ei kuitenkaan rajoitu pakettiliikenteiseen järjestelmään. Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan säätää myös piirikytkentäisen

- 5 hajaspektritekniikkaan perustuvan verkon tehonsäätöä tilanteissa, joissa jonkin kantajan lähetys alkaa tai loppuu. Keksinnön mukainen menetelmä sopii käytettäväksi monenlaisissa matkaviestinjärjestelmissä, kuten esimerkiksi ns. kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmissä, jotka perustuvat CDMA- ja TDMA-tekniikkojen kombinaatioon. Keksinto soveltuu siten käytettäväksi myös
- 10 sellaisissa järjestelmissä, jotka perustuvat vain osittain hajaspektritekniikkaan. Keksinnön mukainen tehonsäätömenetelmää voidaan käyttää myös TDMA-järjestelmissä.

- Edellä keksintöä on selostettu eräisiin sen edullisiin sovellusmuotoihin viittaamalla,
- 15 mutta on selvää, että keksintöä voidaan muunnella monin eri tavoin oheisten patenttivaatimusten määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen mukaisesti.

Patenttivaatimukset

1. Tehonsäätömenetelmä ainakin osittain hajaspektritekniikkaan perustuvassa matkaviestinjärjestelmässä, jossa matkaviestinjärjestelmässä on ainakin yksi
5 matkaviestin ja ainakin yksi tukiasema,
tunnettu siitä, että
menetelmällä määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho kerrallaan,
ja siitä, että menetelmä käsittää vaiheet, joissa
- muodostetaan säätöfunktio ainakin osittain ainakin yhden kantajan kokemaa
10 nopeaa häipymää ainakin osittain kuvaavan suureen perusteella, ja
- lasketaan säätöfunktio mainittujen useamman kuin yhden kantajan uusien
lähtötehoarvojen määrittämiseksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
15 muodostetaan säätöfunktio ainakin osittain ainakin yhden kantajan tehonsäädön
ainakin osittaisen historian perusteella.
3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
menetelmällä määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun
20 ainakin yhden kantajan lähetys alkaa.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho,
kun ainakin yhden kantajan lähetys loppuu.
25
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että
se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho,
kun ainakin yhden kantajan lähetysteho muuttuu.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan virheettömyyden tavoitetaso muuttuu.
- 5 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan tiedonsiirtonopeus muuttuu.
8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheen, jossa määritetään useamman kuin yhden kantajan lähetysteho, kun ainakin yhden kantajan ainakin yksi tukiasema muuttuu makrodiversiteettiyhdistelyssä.
- 10 9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että säätöfunktio muodostetaan ainakin osittain myös kantajien haluttujen virheettömyystasojen perusteella.
- 15 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsittää vaiheen, jossa tarkistetaan, onko kukin määritetty lähtötehoarvo vastaavalle kantajalle ominaisen minimi- ja maksimirajan muodostamalla alueella, jolloin jos yksikään arvo ei ole mainitun alueen ulkopuolella, määritetyt lähtötehoarvot otetaan käyttöön.
- 20 11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsittää vaiheet, joissa muodostetaan häiriövaikutusmatriisi, joka kuvaa eri kantajien keskinäisiä häiriövaikutuksia, ja käännetään muodostettu häiriövaikutusmatriisi uusien tehotasojen muodostamiseksi.
- 25

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsittää vaiheen, jossa asetetaan ainakin yhden alkion arvo nolllaksi, jonka alkion arvo on alle tietyn ennalta määritellyn rajan.
- 5 13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmällä säädetään useamman kuin yhden tukiaseman sekä niiden hallinnassa olevien matkaviestinten lähtötehoja, ja siitä, että säätöfunktio muodostetaan ainakin osittain myös sen perusteella, kuinka voimakkaana kunkin tukiaseman signaali kuuluu kunkin muun tukiaseman ainakin
10 yhteen matkaviestimeen.
14. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet, joissa lasketaan useampi kuin yksi lähtötehoarvojen joukko,
15 muodostetaan hyötyfunktio yhden lähtötehoarvojen joukon valitsemiseksi, ja valitaan se lähtötehoarvojen joukko, joka minimoi mainitun hyötyfunktion arvon.
15. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että se lisäksi käsittää vaiheen, jossa päätetään ainakin yhden kantajan lähetyksen
20 sallimisesta muodostetun lähtötehoarvojen perusteella.
16. Matkaviestinverkon elementti, **tunnettu** siitä, että se käsittää
- välineet ainakin yhden kantajan kokemasta nopeasta häipymästä ainakin osittain riippuvaisen suureen muodostamiseksi,
25 - välineet lähtötehoarvojen määrittämiseksi useammalle kuin yhdelle kantajalle ainakin osittain mainitun suureen perusteella, ja
- välineet ainakin yhden kantajan lähetystehon säätämiseksi mainittujen lähtötehoarvojen perusteella.

17. Kuormanhallintamenetelmä matkaviestinverkossa, **tunnettu** siitä, että se käsittää vaiheet, joissa

- lasketaan tehovektori ehdokasarvojen muodostamiseksi seuraavan laskentajakson alussa käytettäväksi tehoiksi,

5 - tarkistetaan, ylittääkö tehokuorma ennalta määritellyn rajan,

jolloin jos tehokuorma ylittää mainitun ennalta määritellyn rajan, alennetaan ainakin yhtä seuraavista:

ainakin yhden lähetteen lähetysteho,

ainakin yhden lähetteen lähetysteho,

10 ainakin yhden lähetteen bittinopeus, ja

ainakin yhden lähetteen SIR-tavoitetaso;

jolloin mainittu ainakin yksi lähete valitaan sen perusteella,

minkä lähetteen tehovektorin vastaavan ehdokastehoarvon suhde kyseisen lähetteen edellisen laskentajakson aikana oikein vastaanotettujen bittien lukumäärään on

15 suurin.

18. Matkaviestinverkon kantajien lähetystehojen hallintamenetelmä, **tunnettu** siitä, että

- kantajien tehoja ohjataan ainakin osittain ryhmittäin,

20 - kunkin kantajan ryhmä määräytyy kantajan tilan mukaan,

ja siitä, että menetelmä käsittää vaiheet, joissa

- lasketaan tehovektori ehdokasarvojen muodostamiseksi seuraavan laskentajakson alussa käytettäväksi tehoiksi,

- muutetaan ainakin yhden kantajaryhmän lähetystehoa laskettujen ehdokasarvojen
25 mukaan.

TIIVISTELMÄ

Keksinnön mukaisessa menetelmässä aloittavan lähetyksen lähetystehon määrittämisen yhteydessä määritetään myös muille lähetille soveltuvat lähtötehot siten, että kaikkien ohjattavien lähettiläiden muodostama kokonaisuus on mahdollisimman lähellä optimia jo uuden kehyksen alkaessa. Keksinnön mukaisessa menetelmässä huomioidaan alkavan lähetyksen vaikutus muihin lähettiläisiin. Lisäksi keksinnön mukaisessa menetelmässä otetaan huomioon edellisen kehyksen aikana tapahtuneet olosuhteiden muutokset ottamalla nopean tehonsäädön ohjaushistoria mukaan lähtötehojen uudelleen määrittämisen aikana tehtävän laskennan lähtötietoihin, esimerkiksi sopivana tilastollisena suurena kunkin lähettiläisen lähetystehohistoriasta, kuten esimerkiksi tietyn mittaisena keskiarvona.

Kuva 2

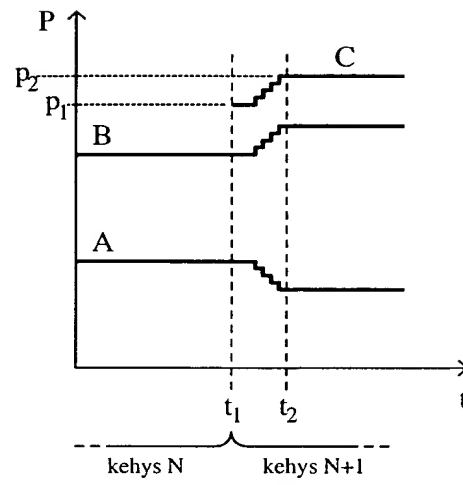


Fig. 1

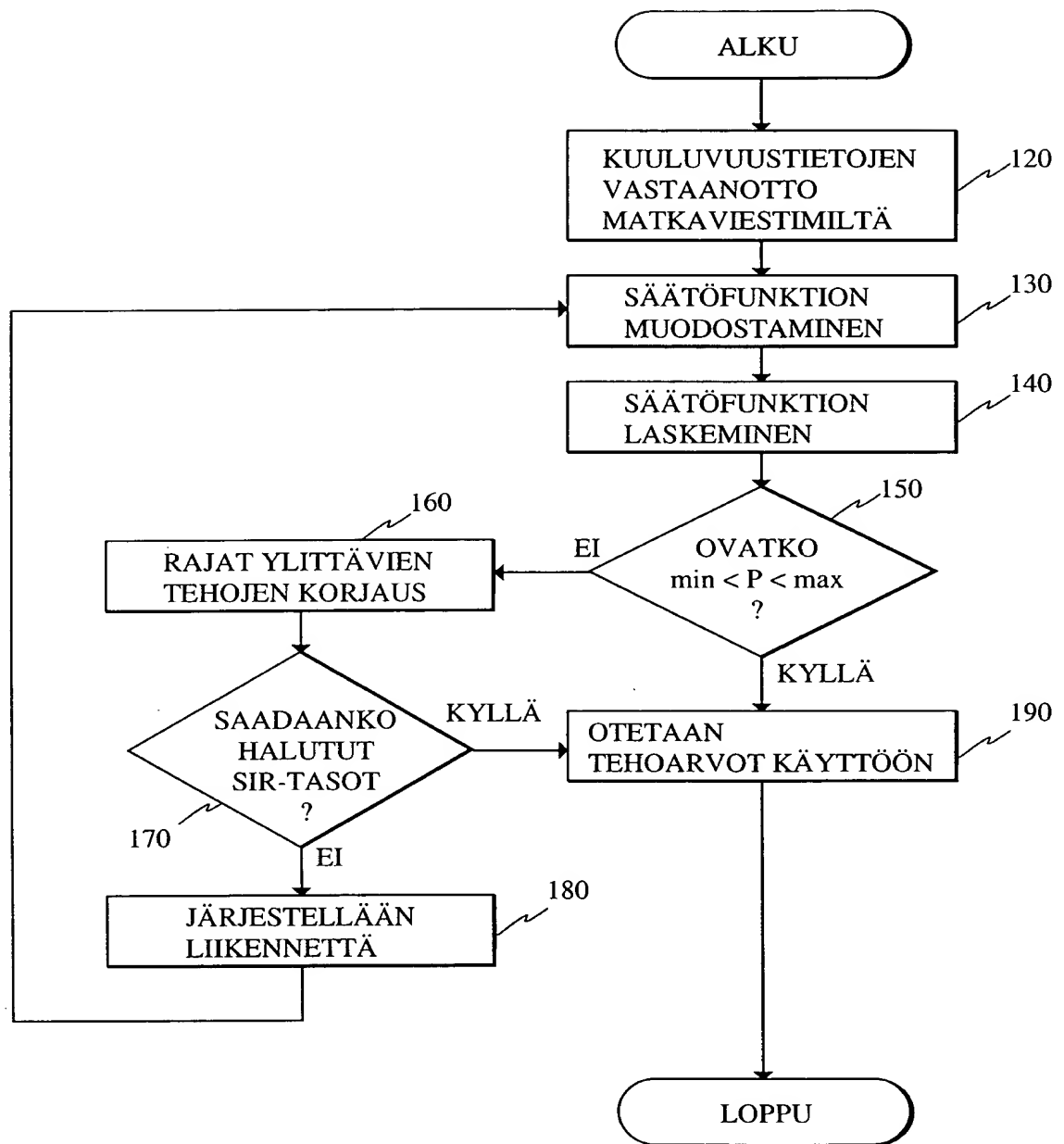


Fig. 2

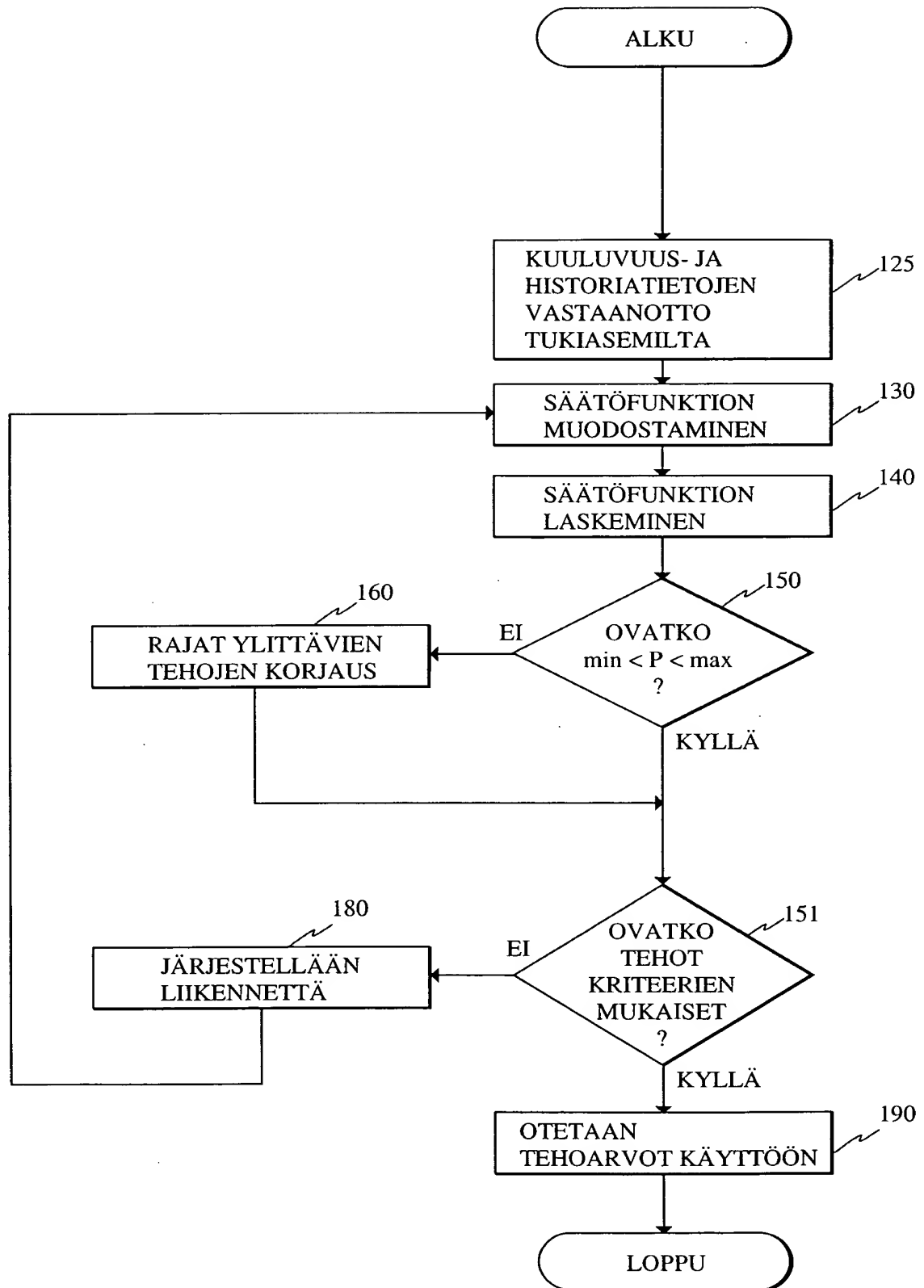


Fig. 3

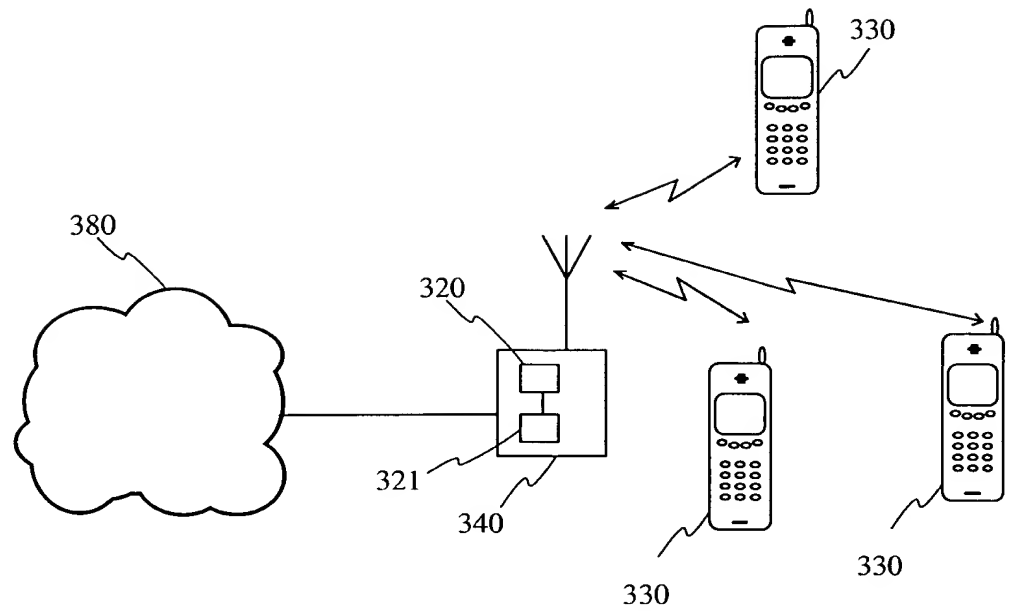


Fig. 4

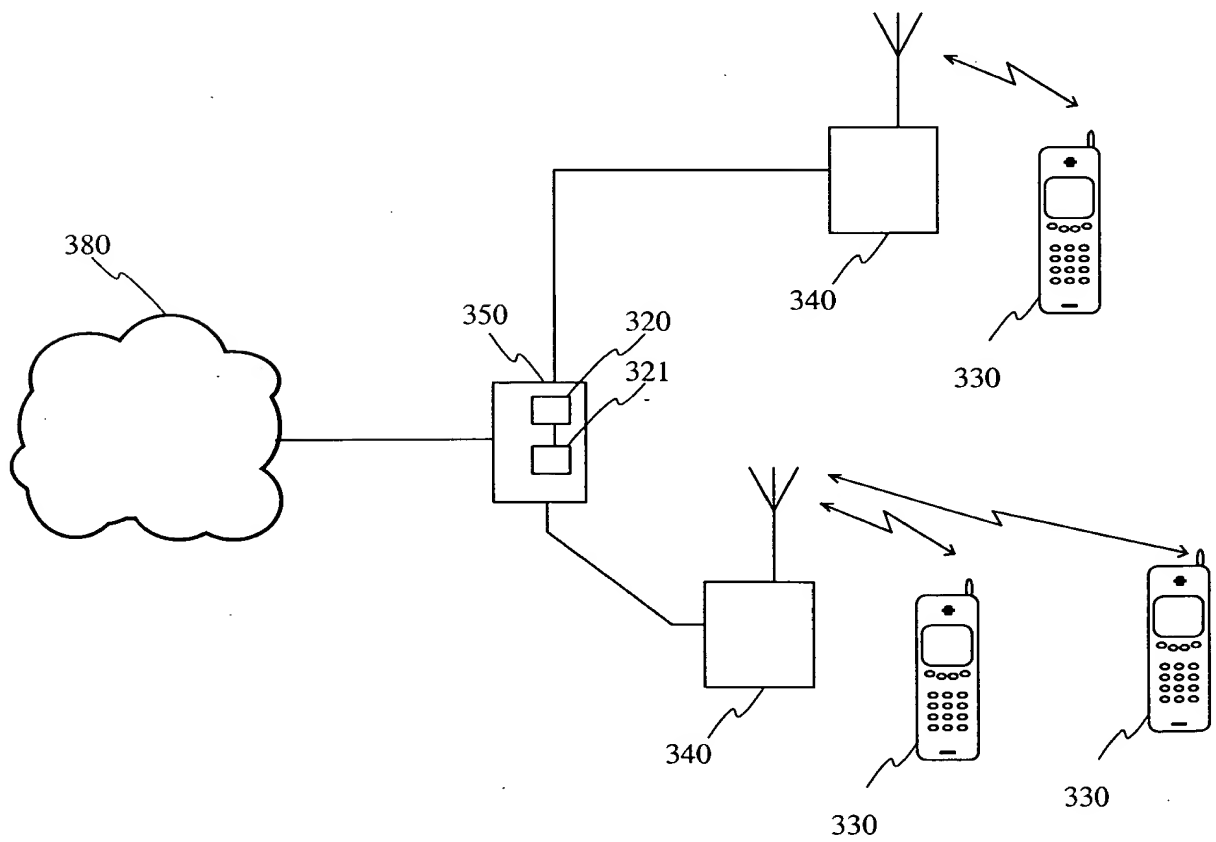


Fig. 5